

индекс 3624

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-542(29)-82

В.А.ВАГАРШАКЯН, Г.Г.МКРТЧЯН
ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АНАЛОГОВОЙ
АППАРАТУРЫ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ
ПУЧКА

ԵՐԵՎԱՆ 1982 ԵՐԵՎԱՆ

Основной объём экспериментальных исследований в области физики высоких энергий как правило проводится на ускорителях заряженных частиц. Однако ускорительные пучки являются достаточно дорогостоящим инструментом, поэтому установление достоверности полученных результатов путем повторения эксперимента (требующего дополнительного времени) не представляется целесообразным. В таких случаях надежность экспериментальных данных обеспечивается правильным выбором методики измерения, тщательной калибровкой измеряющей аппаратуры и четкостью её функционирования. Обеспечение контролепригодности аппаратуры и выбор оптимальных программ проверок является одним из основных этапов проектирования подобных систем.

Рассмотрим методику диагностического анализа одной непрерывной системы, функциональная схема которой приведена на рис.1. Система предназначена для измерения положения центра тяжести, профиля и интенсивности электронного пучка. Подробное описание работы системы изложено в работах [6,7]. При нормальном режиме работы форма напряжений на выходах функциональных блоков представлена на рис.6.

Исходя из аналитических выражений для временных функций $U_n(t), U_s(t), U_{*}(t)$, определим передаточную функцию системы. $U_n(t)$ — входной запускающий импульс короткой длительности аналитически можно представить в виде $\delta(t)$ дельта функции Дирака. С выхода генератора пилообразного напряжения (ГПН) сигналы $U_d(t), U_e(t)$ через дифференцирующие цепочки C_7, R_{36}, C_8, R_{35} поступают на прямую и инверсные входы дифференциального усилителя DU_1 . Аналитические выражения для сигналов $U_3(t), U_{*}(t)$ имеют вид:

$$U_3(t) = \gamma \cdot RC \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \begin{cases} -\frac{A}{T_1} & \text{при } 0 \leq t \leq T_1 \\ \frac{A}{T_2} & T_1 \leq t \leq T_1 + T_2 \\ 0 & T_1 + T_2 \leq t \end{cases} \quad U_{*}(t) = \beta \cdot RC \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \begin{cases} -\frac{A}{T_1} & 0 \leq t \leq T_1 \\ \frac{A}{T_2} & T_1 \leq t \leq T_3 \\ \frac{A}{T_2} + \Delta & T_3 \leq t \leq T_3 + T_4 \\ \frac{A}{T_2} & T_3 + T_4 \leq t \leq T_1 + T_2 \\ 0 & T_1 + T_2 \leq t \end{cases}$$

На выходе дифференциального усилителя получается разность двух сигналов, на одной из которых имеется реакция датчика от внешнего возбуждения.

$$U_n(t) = K_0 [U_{*}(t) - U_3(t)].$$

Передаточной функцией системы будет преобразование Лапласа выражения $K(t)$.

$$K(t) = \frac{U_n(t)}{\delta(t)} = \frac{K_0 [U_{*}(t) - U_3(t)]}{\delta(t)}$$

$$\dot{K}(z) = \mathcal{F}[K(t)]$$

Вставляя в это выражение формулы $U_{*}(t), U_3(t)$ и интегрируя по интервалу получим

$$\mathcal{F}[U_n(t)] = \int_0^{T_1} U_n(t) e^{-z \cdot t} dt + \int_{T_1}^{T_3} U_n(t) e^{-z \cdot t} dt + \int_{T_3}^{T_3+T_4} U_n(t) e^{-z \cdot t} dt + \int_{T_3+T_4}^{T_1+T_2} U_n(t) e^{-z \cdot t} dt + \int_{T_1+T_2}^{\infty} U_n(t) e^{-z \cdot t} dt$$

$$\dot{K}(z) = \frac{A(\beta - \gamma)}{z T_1} + \frac{A(\gamma - \beta)}{z} \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}\right) e^{-z T_1} + \frac{\beta \cdot \Delta \alpha}{z} e^{-z(T_3 + T_4)} - \beta \cdot \frac{\Delta \alpha}{z} e^{-z T_3} - \frac{A(\gamma - \beta)}{z T_2} e^{-z(T_1 + T_2)} + K_0 RC \left\{ \frac{A(\beta - \gamma)}{T_1} \left(\frac{1}{z} - \frac{1}{\frac{1}{RC} + z}\right) + A \cdot (\gamma - \beta) \left(\frac{1}{T_3} + \frac{1}{T_2}\right) \left(\frac{e^{-z T_1}}{z} - \frac{e^{-(\frac{1}{RC} + z) T_1}}{\frac{1}{RC} + z}\right) + \Delta \alpha \beta \left[\frac{e^{-z(T_3 + T_4)}}{z} - \frac{e^{-(\frac{1}{RC} + z)(T_3 + T_4)}}{\frac{1}{RC} + z} \right] - \frac{e^{-z T_3}}{z} - \frac{e^{-(\frac{1}{RC} + z) T_3}}{\frac{1}{RC} + z} \right\} - \frac{A(\gamma - \beta)}{T_2} \cdot \left[\frac{e^{-z(T_1 + T_2)}}{z} - \frac{e^{-(\frac{1}{RC} + z)(T_1 + T_2)}}{\frac{1}{RC} + z} \right].$$

Данное выражение соответствует математической модели описанной системы, выходная реакция которой показана на рис.2. Из выражения $\dot{K}(z)$ выпишем все параметры ($A, \beta, \gamma, T_1, T_2, T_3, T_4, \Delta \alpha, K_0$), изменение которых, в зависимости от места их в структуре, по-разному влияет на форму выходного сигнала. Исходя из принципиальной схемы рис.3, определим аналитические зависимости этих параметров с элементами системы.

Будем полагать, что во время эксплуатации в системе могут возникнуть одиночные неисправности. Под неисправностью будем понимать такое состояние системы, когда один из указанных параметров выходит за допустимые пределы. Пределы допуска для каждого параметра определяются исходя из допустимой величины ошибки измерения, которую вносит изменение данного параметра. В таблице приведены аналитические зависимости указанных параметров от элементов систем, их номинальные значения и допустимые пределы изменения. Для диагностирования одиночных неисправностей применим следующую методику: осуществим искусственно нарушения режима нормального функционирования системы изменением величин указан-

ных параметров за допустимые пределы. В результате для каждой неисправности получим соответствующий образ выходной реакции. Осциллограммы образов приведены на рис.4 и 5. Таким образом, задача обнаружения неисправности приводит к задаче распознавания образов.

Если в интервале времени $T_1 \leq t \leq T_2$ через равные промежутки времени произвести выборку значений выходного сигнала $U(t)$, то результат можно представить в виде единичного вектора

$$U_N(t) = \begin{pmatrix} U_N(t_1) \\ U_N(t_2) \\ \vdots \\ U_N(t_n) \end{pmatrix}$$

Здесь n - количество осуществленных наблюдений в интервале, который выбирается согласно теореме Котельникова о передаче непрерывных сигналов с помощью дискретных импульсов без потери информации

$$n = \frac{1}{2T_{\text{верх}}}$$

Таким образом, каждый из полученных m - образов представляет собой определенный класс ω_i . Для классификации каждого нового образа будем пользоваться методом, основанным на принципе ближайшего соседа. Это правило относит классифицируемый образ к классу, которому принадлежит его ближайший сосед, причем образ $\omega_i \in (\omega_1, \dots, \omega_n)$ называется ближайшим соседом образа X , если

$$D(S_i, X) = \min \{ D(S_i, X) \} \quad i = 1, \dots, m,$$

где D - любое расстояние, определение которого допустимо на пространстве образов. Таким образом, $D = \|S_i - X\|$ используется в качестве меры сходства соответствующих образов, чем меньше расстояние между ними, тем больше сходство. Блок-схема класси-

катора, работающая по принципу минимума расстояния, реализованного на ЭВМ, приведена на рис.7. Ниже приведена программа реализации описанной процедуры классификации на языке ФОРТРАН.

```

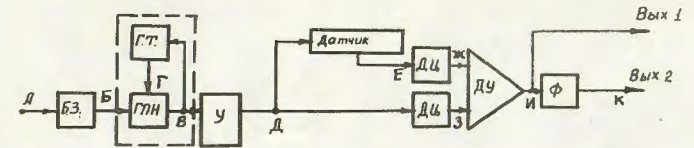
DIMENSION A(20,15), X(1,5), LL(20), NN(20,20(20))
DATA A/1, 5, 0, 0, 2 ... 1
M=20
N=15
DO 1 I=1,M
1. LL(I)=I
DO 5 I=1,M
DO 2 J=1,M
2. NN(IJ)=LL(IJ)
DO 3 J=1,N
3. Y(J)=A(I,J)
D=0
DO 4 J=1,N
4. D=D+(Y(J)-X(J))* * 2
5. DD(I)=SQRT(D)
DO 7 I=2,M
K=M+1-I
DO 7 J=1,K
IF(DD(J)-DD(J+1))7,7,6
6. R=DD(J)
DD(J+1)=R
L=NN(J)
NN(J)=NN(J+1)
NN(J+1)=L
7. CONTINUE
PRINT 8, X
8. FORMAT(115X, ENH=(,15F6.2,1H))
DO 9 I=1,M
K=NN(I)
DO 9 J=1,N
DO 9 J=1,N
9. Y(J)=A(K,J)
PRINT 10, K, Y

```

10. FFORMAT (3X, IH (.I2, 3H) = (.15 F 6-2, 1H))
 IF (DD (I+1) · GT · DD (I) G ϕ T ϕ 12
 11. C ϕ NTINUE
 12. STOP
 END

Таблица

Обозначения параметров	аналитические зависимости	номинальные значения	допустимое изменение	номера рисунков соответствующих образцов
A	$0,9E_n$	0,9·24v	$\pm 0,2v$	рис.5 (10)
K ₀	$\frac{R}{R+R}$	100	$\pm 3\%$	рис.5 (12)
T ₁	$C_1 \cdot R_{эк}$	0,1мс	$\pm 0,01мс$	рис.5 (11)
T ₂	$C_6 \cdot R$	$\pm мс$	$\pm 0,05мс$	рис.4 (3)
γ	$\frac{\Delta R_{35}}{R_{36}}$	$\frac{0,50к}{5,6к}$	$\pm 1\%$	рис.4 (4)
β	$\frac{\Delta R_{35}}{R_{35}}$	$\frac{0,51к}{5,6к}$	$\pm 1\%$	рис.4 (5)
τ ₁	C ₇	680пф	$\pm 10пф$	рис.4 (6)
τ ₂	R ₃₅	5,6к	$\pm 0,05к$	рис.5 (9)
	C ₈	680пф	$\pm 10пф$	рис.5 (7)
	R ₃₆	5,6к	$\pm 0,5к$	рис.5 (8)



БЗ - блок задержки. ГТ - генератор тока. ГПН - генератор пилообразного напряжения. У - усилитель. ДЦ - дифференцирующая цепочки. ДУ - дифференциальный усилитель. Ф - формователь.

Рис.1

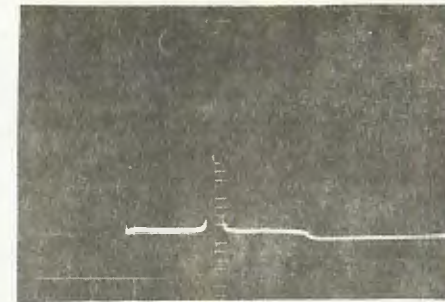


Рис.2

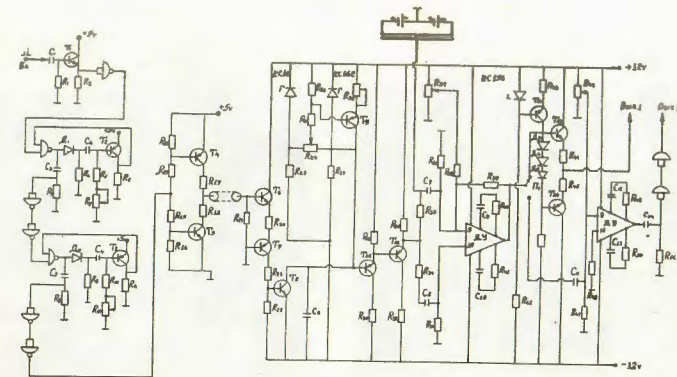
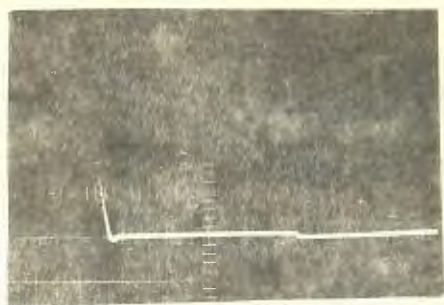
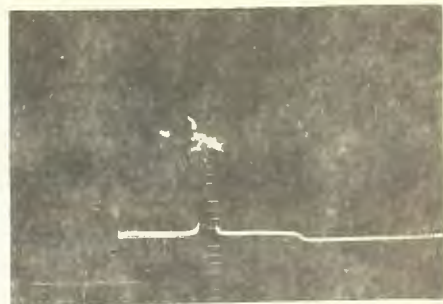


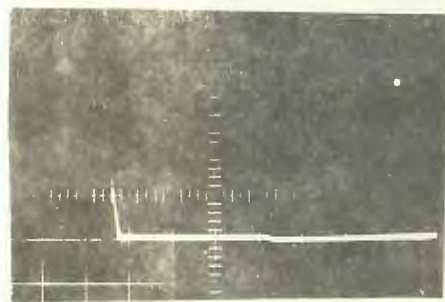
Рис.3



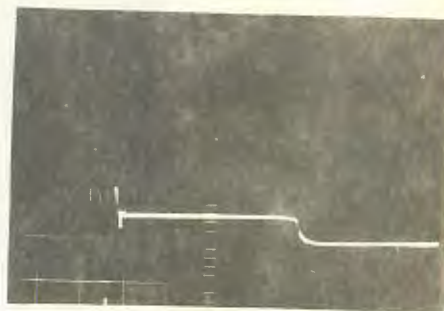
1.



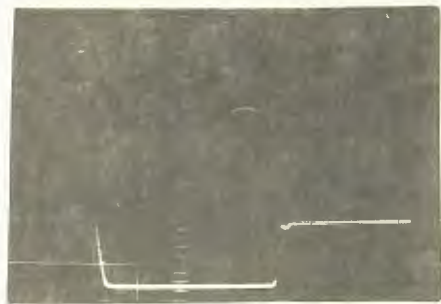
2.



3.

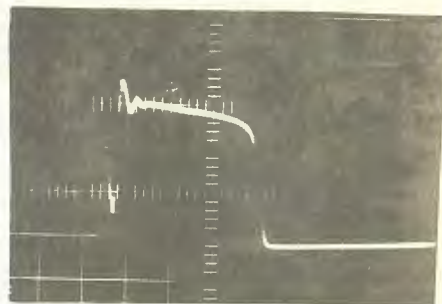


4.

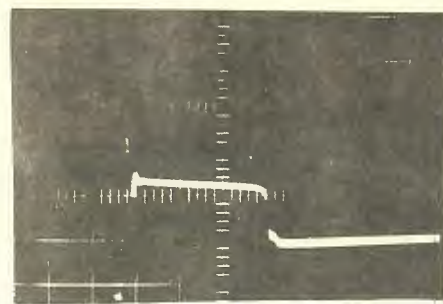


5.

Рис.4



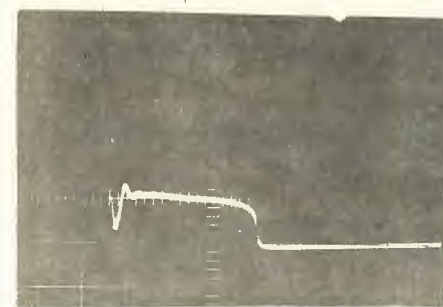
6.



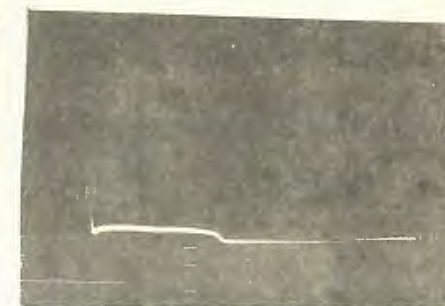
7.



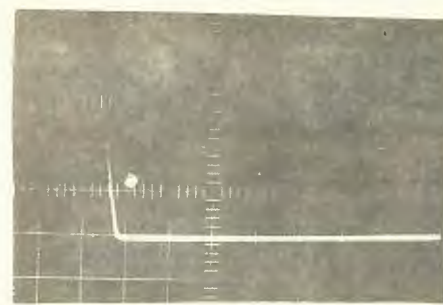
8.



9.

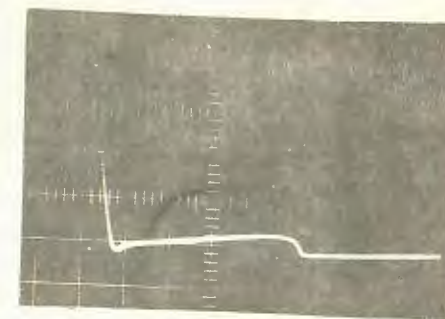


10.



11.

Рис.5



12.

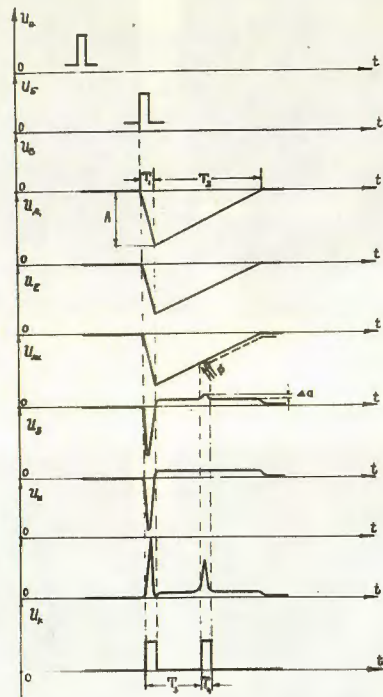


Рис.6

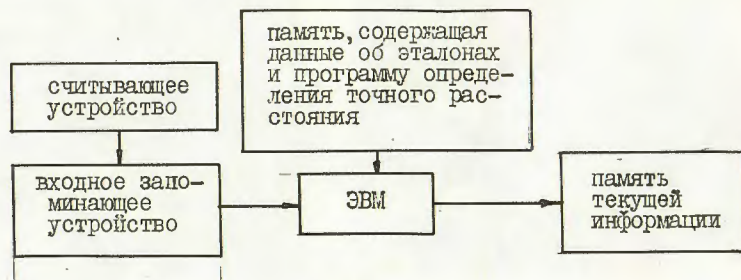


Рис.7

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мозгалевский А.В., Гаскаров Д.В. Техническая диагностика М.: Высшая школа, 1975.
2. Мозгалевский А.В. Техническая диагностика, непрерывные объекты, Автоматика и телемеханика, 1978, №1, с.145-166.
3. Директор С., Рорер Р. Введение в теорию систем/Под редакцией Бусленко Н.П. М.: Мир, 1974.
4. Дж.Ту, Гонсалес Р. Принципы распознавания образов/Под редакцией Журавлева Ю.И. М.: Мир, 1978.
5. Сомойлов В.Ф. Маковеев В.Г. Импульсная техника, М.: Связь, 1971.
6. Госьков П.И., Михайлов Л.В., Туманян А.Р., Вагаршакян В.А. Исследование особенностей использования полупроводниковых сканисторов для регистрации синхротронного излучения. Препринт ЕБИ-355(13)-79, Ереван, 1979.
7. Вагаршакян В.А., Мкртчян Г.Г. Использование полупроводникового сканистора для исследования параметров электронного вывода. Препринт ЕБИ-436(43)-80, Ереван, 1980.

Рукопись поступила 16 февраля 1982 г.

Редактор Л.П.Мукаян
Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 190 ВФ-05226 Тираж 299

Препринт ЕИИ Форма издания 60x84/16

Подписано к печати 24/У-82г. I,0 уч.изд.л. Ц. 10 к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван 36, Маркаряна 2